

PENGENALAN CITRA EKSPRESI WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)* DAN *EXTREME LEARNING MACHINE (ELM)*

Andy Rizki Wiyono

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: andywiyono@mhs.unesa.ac.id

Elly Matul Imah

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: ellymatul@unesa.ac.id

Abstrak

Dewasa ini pengembangan ilmu teknologi semakin berkembang pesat, terutama dalam aspek keamanan, ilmu teknologi digunakan untuk pencarian identitas individu pada database kepolisian yang melibatkan data berupa citra digital ekspresi wajah manusia. Ekspresi wajah dapat dibedakan menjadi 7, yaitu senang, sedih, marah, jijik, takut, terkejut dan netral. Untuk mengenali citra ekspresi wajah pada penelitian ini digunakan algoritma *Principle Component Analyst (PCA)* dan *Extreme Learning Machine (ELM)*. Algoritma *PCA* digunakan untuk mengekstraksi fitur, sedangkan *ELM* untuk melakukan pengenalan ekspresi. Dataset yang digunakan diambil dari JAFFE Dataset, berjumlah 210 citra ekspresi wajah, yang terdiri dari 10 orang masing-masing dengan 7 citra ekspresi berbeda, pengambilan foto dilakukan setiap 3 kali. Ratio datatrain : datates yang digunakan adalah 4:1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan jumlah fitur yang berbeda mulai dari 50, 60, 70, 80 dan 90 serta 100. Pengenalan ekspresi menggunakan fungsi sigmoid dengan epoch hingga 100 kali tiap fitur, serta menggunakan hidden neuron sebanyak 65. Hasil terbaik menggunakan 90 fitur dengan epoch 65 kali diperoleh testing akurasi sebesar 0.715 (71.5%) dan training akurasi sebesar 0.931 (93.1%) dengan training time selama 0.062 detik dan testing time selama 0.015 detik.

Kata kunci : ekspresi wajah, *PCA*, *ELM*

Abstract

Nowadays, the development of the science of technology is growing rapidly, the more the application of technology science used in various aspects of life, such as communication, transportation, economy, security, and others. In the security aspect, technological development is used to search individual identity on police databases involving data in the form of digital images / images of human facial expressions. Facial expressions can be divided into 7 types of expressions, which are happy, sad, angry, disgusted, scared, shocked and neutral. To identify the image of facial expression in this research used *Principal Component Analyst (PCA)* algorithm and *Extreme Learning Machine (ELM)*. The *PCA* algorithm is used to extract the feature, while the *ELM* is used to perform expression recognition. The dataset used is taken from the JAFFE Dataset, amounting to 210 facial expressions, consisting of 10 people each with 7 different expression images, photographs taken every 3 times. Ratio datatrain: The datates used are 4: 1 due to the limited number of datasets. The study was conducted using different feature numbers ranging from 50, 60, 70, 80 and 90 as well as 100. Recognition of facial expression using sigmoid function with epoch up to 100 times each feature, and using 65 hidden neurons. The best result using 90 features with epoch 65 times obtained accuracy testing of 0.715 (71.5%) and training accuracy of 0.931 (93.1%) with training time for 0.062 seconds and testing time for 0.015 seconds.

Keywords: facial expressions, PCA, ELM

PENDAHULUAN

Dewasa ini ilmu teknologi di dunia berkembang dengan pesat. Seiring berkembangnya ilmu teknologi, semakin banyak pula penerapan ilmu teknologi yang digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, misalnya komunikasi, transportasi, ekonomi, keamanan dan lain-lain. Dalam aspek keamanan, perkembangan ilmu teknologi dapat diterapkan dalam hal ijin akses masuk

ruangan, pencarian identitas individu pada database kepolisian yang biasanya melibatkan data berupa foto (citra digital) wajah manusia. Pengolahan citra digital dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu : perbaikan kualitas citra dan pengolahan informasi yang terkandung dalam citra (Envi, 2010).

Ekspresi wajah adalah salah satu bentuk komunikasi nonverbal dari raut wajah, ekspresi senyum diartikan sebagai sifat ramah dan wujud kasih-sayang,

ekspresi heran dapat ditampilkan dengan mengangkat alis, dan rasa takut dapat diekspresikan dengan mengernyitkan dahi. Berbagai macam tingkah manusia diekspresikan pada wajah (Abidin & Harjoko, 2011).

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mengekstrak informasi penting dalam suatu citra adalah PCA (Principle Component Analysis). PCA adalah teknik yang sering digunakan dalam proses pengenalan wajah (Abdullah, Wazzan, & Bo-saeed, 2012).

Ilmu teknologi berikutnya yang juga sedang ramai dibicarakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Jaringan syaraf tiruan merupakan representasi buatan tiruan otak manusia. Pada sejarahnya, JST mengalami naik turun perkembangan. Perkembangan JST yang terbaru adalah Extreme Learning Machine (ELM). ELM merupakan jaringan syaraf tiruan feedforward dengan satu hidden layer.

Pada tahun-tahun sebelumnya, terdapat banyak penelitian tentang pengenalan citra dengan menggunakan berbagai metode. Misalnya pada tahun 2012, Sepritahara meneliti tentang sistem pengenalan wajah dengan metode Hidden Markov Models (HMM). Tingkat akurasi dari penelitiannya adalah sebesar 84,48% (Sepritahara, 2012). A. Gunjan Dashore juga meneliti pengenalan wajah dengan metode PCA, hasilnya memiliki tingkat akurasi 92% (Dashore, 2012). Pada tahun 2013 Dewi Yanti Liliana, dkk melakukan penelitian tentang deteksi wajah manusia menggunakan metode FFT diperoleh akurasi sebesar 86,48% (Liliana & Rahman, 2013). Pada tahun 2015, Murdoko dan Saparudin melakukan penelitian tentang Klasifikasi Citra Daun Tanaman menggunakan Metode *Extreme Learning Machine* (ELM) diperoleh akurasi pembelajaran 92,9% dan akurasi pengujian 88,9% (Murdoko, 2015). Selain Murdoko, Humaini meneliti tentang prediksi kondisi cuaca menggunakan ELM yang diperoleh hasil akurasi 80% (Humaini, 2015). Kemudian pada tahun 2017, Zulfa Afiq dkk mengadakan penelitian tentang implementasi ELM dengan rata-rata tingkat akurasi mencapai 57,33%, 81,33% dan 74,67% (Fikriya & Irawan, 2017).

Dalam penelitian ini, dibuat sebuah perangkat lunak pengenalan citra ekspresi wajah dengan menggunakan algoritma PCA dan ELM. Algoritma PCA akan digunakan untuk mereduksi dimensi suatu citra atau mengekstraksi fitur citra tersebut. Sedangkan algoritma ELM digunakan untuk mengenali suatu citra / mengklasifikasi citra tersebut dalam 7 kelas yaitu ekspresi senang, sedih, terkejut, marah, takut, jijik dan netral.

METODE

Pengenalan Citra Ekspresi Wajah

Pengenalan citra ekspresi wajah adalah suatu teknologi dari komputer yang memungkinkan kita untuk melakukan identifikasi dan verifikasi wajah seseorang melalui sebuah gambar digital. Pengenalan citra ekspresi wajah dapat dilakukan dengan beberapa tahap penting dalam dunia digital. Tahap-tahap dalam proses pengenalan citra wajah, antara lain :

1. Penentuan jumlah citra ekspresi wajah yang akan diambil
2. Pengambilan citra ekspresi wajah
3. Penghilangan noise yang terdapat pada citra
4. Pengolahan fitur penting pada citra
5. Pengklasifikasian citra wajah berdasarkan kelas

Setelah semua tahap tersebut dilakukan, maka akan diperoleh penggolongan citra ekspresi wajah berdasarkan kelas-kelas. Klasifikasi ekspresi ada 6, yaitu : marah, jijik, takut, senang, sedih, terkejut (Ekman, 2000). Kebanyakan sistem pengenalan ekspresi wajah mengklasifikasikan emosi ke dalam 7 kategori tersebut dengan ekspresi netral sebagai tambahan (Abidin & Harjoko, 2011).

Principal Component Analysis (PCA)

PCA dibuat para ahli statistik dan pada tahun 1901 ditemukan oleh Karl Pearson. PCA dapat dimanfaatkan untuk mereduksi data (Upadhyay, 2013). Selain itu, PCA adalah transformasi linier yang dapat digunakan untuk kompresi data (Smith, 2002). Kompresi tersebut caranya adalah mereduksi dimensinya tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya (Puspitasari et al., 2013).

Algoritma PCA adalah sebagai berikut :

- Langkah 1 Akuisisi Citra
- Langkah 2 Mengubah citra RGB menjadi GrayScale (Susantyo, 2013)

$$\text{Grayscale} = \frac{R+G+B}{3}$$

- Langkah 3 Menghitung vektor fitur
- Langkah 4 Melakukan normalisasi data
- Langkah 5 Menghitung matriks kovarian (Dewi dan puspitasari, 2016)

$$\text{Cov}(x,y) = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)}$$

- Langkah 6 Mencari vektor eigen dan nilai eigen, dan mengurutkan nilai eigen dari terbesar ke terkecil
- Langkah 7 Ekstraksi fitur

Extreme Learning Machine (ELM)

Machine Learning merupakan cabang ilmu kecerdasan buatan yang memerlukan datatrain dan

datates dalam sebuah sistem agar mampu belajar secara mandiri. Data dibagi menjadi 2 jenis yaitu data train data data tes. Machine Learning memiliki berbagai cabang, salah satunya adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Namun JST memiliki kelemahan dalam hal learning speed yang rendah. Kelemahan algoritma JST disempurnakan menjadi algoritma baru bernama Extreme Learning Machine (ELM).

Berikut Algoritma ELM :

Langkah 1 input datatrain dan datates

Langkah 2 Menentukan fungsi aktivasi

$$g(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})}$$

Langkah 3 Menentukan jumlah hidden node \tilde{N}

Langkah 4 Randomize bobot input dan bias

Langkah 5 Hitung nilai matriks output pada hidden layer

$$H = \begin{bmatrix} g(w_1 \cdot x_1 + b_1) & \dots & g(w_{\tilde{N}} \cdot x_1 + b_{\tilde{N}}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g(w_1 \cdot x_N + b_1) & \dots & g(w_{\tilde{N}} \cdot x_N + b_{\tilde{N}}) \end{bmatrix}$$

Langkah 6 Hitung nilai bobot output β

$$\beta = H^T \cdot T$$

Langkah 7 Hitung nilai output

$$y = H \cdot \beta$$

Data

Dataset yang digunakan diperoleh dari JAFFE Database berisi 210 citra ekspresi wajah, yang didapat dari 10 subjek wanita Jepang, tiap subjek menampilkan 7 ekspresi berbeda dengan tiap ekspresi diambil citra sebanyak 3 kali. Setiap gambar berformat Tiff, dengan mode warna grayscale dan berukuran 256 x 256 piksel. Dalam penelitian ini pemilihan data training dan data

Jenis Ekspresi	Jumlah Citra	Data train	Data tes
1. Senang	30	24	6
2. Sedih	30	24	6
3. Terkejut	30	24	6
4. Marah	30	24	6
5. Takut	30	24	6
6. Jijik	30	24	6
7. Netral	30	24	6
Total data	210	168	42

testing adalah dengan perbandingan 80% : 20% dengan perincian yang terdapat dalam Tabel 1.

Tabel.1 merupakan tabel pembagian jumlah datatrain dan datates. Jumlah datatrain dan datates pada Tabel.1 menggunakan rasio 4:1 atau dikenal dengan rasio perbandingan 80% : 20%. Dari 210 citra dataset dengan

menggunakan rasio 4:1, maka tiap jenis ekspresi dibagi menjadi 24 citra datatrain dan 6 citra datates.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra Pemrosesan Data

Dalam penelitian ini, dimensi citra yang semula 256 x 256 direduksi menjadi 50 x 50 dikarenakan keterbatasan memori pada perangkat yang digunakan saat ini.



Gambar 1. Citra Hasil Reduksi

Gambar 1 menunjukkan perbedaan dimensi citra dari 256x256 menjadi dimensi baru yang lebih kecil yaitu 50x50. Pereduksian dimensi ini tanpa menghilangkan nilai penting yang terkandung di dalam citra, yang dalam hal ini ekspresi wajah. Selanjutnya setelah mereduksi dimensi citra 256 x 256 menjadi 50 x 50, langkah berikutnya adalah menjadikan matriks 50 x 50 menjadi vektor kolom 1 x 2500.

Implementasi Algoritma PCA

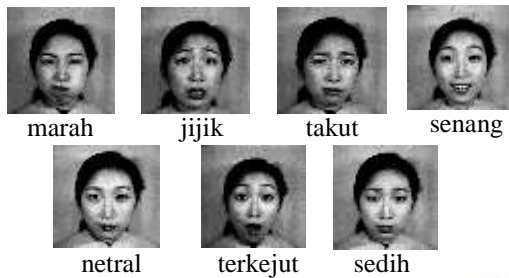
Setelah dilakukan perubahan dimensi matriks citra data train dari (256 x 256 x 168) menjadi (50 x 50 x 168) dan matriks citra data tes dari (256 x 256 x 42) menjadi (50 x 50 x 42), langkah selanjutnya dilakukan implementasi Algoritma PCA untuk mengekstraksi fitur data train dan data tes. Kemudian matriks data train dinormalisasi. Setelah diperoleh hasil normalisasi, berikutnya dilakukan penghitungan matriks kovarian dan vektor eigen.

Vektor eigen tersebut diurutkan dari yang terbesar, selanjutnya diambil 90 nilai eigen terbesar. Untuk meng-ekstraksi fitur dilakukan dengan mengalikan 90 nilai eigen terbesar dengan data awal. Langkah terakhir simpan hasil PCA tersebut dalam format .txt dengan nama Fitur_train. Kemudian untuk matriks data tes, dilakukan normalisasi data, kemudian hasil normalisasi dikalikan dengan "Fitur_train" untuk mendapatkan fitur data tes, dan simpan dengan format .txt dengan nama Fitur_tes.

Implementasi Algoritma ELM

Pada penelitian ini dalam algoritma ELM, jumlah hidden neuron yang digunakan sebanyak 65 hidden neuron dan fungsi aktivasi sigmoid. Langkah awal implementasi ELM dalam penelitian ini adalah input datatrain dan datates dengan load "Fitur_train" dan

“Fitur_tes”. Kemudian berikan label pada tiap kelas untuk melakukan pengenalan citra.



Gambar 2. Label tiap kelas

Gambar 2 menampilkan ketujuh citra ekspresi yang berbeda dengan label kelas yang berbeda pula. Tiap kelas ekspresi diberikan label berdasarkan perbedaan raut wajah, kondisi otot wajah, keadaan alis, dahi, pipi dan juga bibir.

Setelah pelabelan, hitung bobot dan bias serta output hidden neuron. Selanjutnya hitung training time, testing time, training akurasi dan testing akurasi. Dengan menggunakan matriks vektor eigen yang berordo 2500 x 90, Percobaan dilakukan dengan rasio train : tes = 4 : 1 dikarenakan dataset yang digunakan jumlahnya terbatas, hanya 210 citra, hidden neuron 65, diperoleh hasil pada Tabel 2.

Tabel.2 Hasil Akurasi Tiap Fitur

Banyak fitur	epoch	Training akurasi	Testing akurasi
100	70	0.595	0.547
90	65	0.931	0.715
80	73	0.922	0.523
70	81	0.952	0.571
60	88	0.922	0.690
50	92	0.869	0.690

Tabel 2 menunjukkan hasil akurasi datatrain dan datates. Hasil akurasi tersebut diperoleh setelah dilakukan perulangan (epoch) sebanyak 100 kali tiap fitur. Setelah dilakukan percobaan menggunakan fitur sebanyak 100, 90, 80, 70 dan 60 serta 50, diperoleh hasil akurasi datatrain dan akurasi datates. Tabel 2 berisi hasil akurasi terbaik tiap fitur dengan berbagai epoch. Dapat disimpulkan bahwa hasil akurasi datates terbaik ketika menggunakan 90 fitur dengan epoch sebanyak 65 kali.

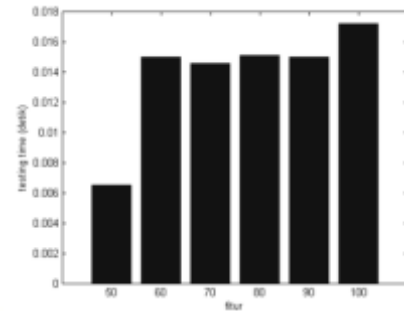
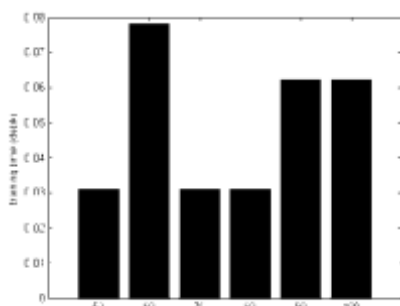


Diagram 1. Diagram Training Time dan Testing Time

Pada Diagram 1 menunjukkan bahwa dengan beberapa fitur antara 50 hingga 100, training time dan testing time yang dibutuhkan tampak bervariasi. Ketika menggunakan fitur berjumlah 50, 70 dan 80 diperoleh hasil training time selama 0.031 detik dan testing time selama 0.00652 detik, 0.014 detik dan 0.0151 detik. Sedangkan untuk fitur berjumlah 60, training time dan testing time yang dibutuhkan untuk pemrosesan adalah 0.078 detik dan 0.015 detik. Berikutnya untuk fitur sebanyak 90 dan 100, training time nya sama, yaitu 0.062 detik, tetapi testing time untuk 90 fitur selama 0.015 detik, sedangkan untuk 100 fitur selama 0.01721 detik.

Berdasarkan hasil dari berbagai percobaan yang telah dilakukan, diperoleh hasil tingkat testing akurasi tertinggi terdapat pada percobaan dengan menggunakan 90 fitur, fungsi aktivasi sigmoid, dengan rasio train : tes = 4 : 1, epoch sebanyak 65, testing akurasi sebesar 0.715 (71.5%) , training akurasi sebesar 0.931 (93.1%), training time selama 0.062 detik dan testing time selama 0.015 detik.

KESIMPULAN

Pengimplementasian algoritma PCA dan ELM untuk pengenalan citra ekspresi wajah adalah dengan menggunakan matriks pc pada algoritma PCA sebagai input data untuk dilakukan pengenalan dengan algoritma ELM. Berdasarkan hasil dari berbagai percobaan yang telah dilakukan, diperoleh tingkat testing akurasi tertinggi terdapat pada percobaan dengan menggunakan 90 fitur, fungsi aktivasi sigmoid, dengan rasio train : tes = 4 : 1, epoch sebanyak 65, testing akurasi sebesar 0.715 (71.5%) , training akurasi sebesar 0.931 (93.1%), training time selama 0.062 detik dan testing time selama 0.015 detik.

SARAN

Sebaiknya implementasikan kedua algoritma tersebut untuk melakukan penelitian pengenalan citra lainnya dengan dataset yang digunakan berjumlah lebih banyak daripada dataset yang saat ini digunakan.

Murdoko, S. (2015). Klasifikasi Citra Daun Tanaman Menggunakan Metode Extreme Learning Machine, 140–145.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Wazzan, M., & Bo-saeed, S. (2012). Optimizing Face Recognition using PCA. *International Journal of Artificial Intelligence and Applications*, 3(2), 23–31.
- Abidin, Z., & Harjoko, A. (2011). Facial Expression Recognition By Using Fisherface Method With Backpropagation Neural Network. *Ijcsc*, 5(1), 83–91.
- Dashore, G. (2012). An Efficient Method For Face Recognition Using Principal Component Analysis (PCA). *International Journal of Advanced Technology & Engineering Research (IJATER)*, 2(2). [https://doi.org/10.1016/S1570-7946\(09\)70662-5](https://doi.org/10.1016/S1570-7946(09)70662-5)
- Dewi, R., & Puspitasari. (2016). Pengenalan Wajah Menggunakan *Convolutional Neural Networks (CNN)* SKRIPSI.
- Ekman, P. (2000). *Facial-Expression-Of-Emotion*. New York.
- Envi, M. S. (2010). Pengolahan citra digital, 4–5.
- Fikriya, Z. A., & Irawan, M. I. (2017). Implementasi Extreme Learning Machine untuk Pengenalan Objek Citra Digital, 6(1).
- Humaini, Q. (2015). Jaringan Syaraf Tiruan Extreme Learning Machine (ELM) Untuk Memprediksi Kondisi Cuaca.
- Puspitasari, D. E., Hidayatno, A., Zahra, A. A., Teknik, J., Fakultas, E., & Universitas, T. (2013). Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA) Untuk Aplikasi Sistem Keamanan Rumah.
- Seprithara. (2012). *Sistem pengenalan...*, Seprithara, FT UI, 2012.
- Smith, L. I. (2002). A tutorial on Principal Components Analysis Introduction. *Statistics*, 51, 52. <https://doi.org/10.1080/03610928808829796>
- Susantyo, D. (2013). Ekstraksi Fitur Untuk Pengenalan Wajah Pada Ras Mongoloid Menggunakan Principal Component Analysis (PCA), 1–9.
- Upadhayay, R. (2013). *International Journal of Advanced Research in Kernel Principle Component Analysis in Face Recognition System : A Survey*, 3(6), 348–353.
- Liliana, D. Y., & Rahman, M. A. (2013). Deteksi Wajah Manusia pada Citra Menggunakan Dekomposisi Fourier, 1(1).